

**PRARANCANGAN PABRIK METANOL
DARI BATUBARA DENGAN PROSES GASIFIKASI
KAPASITAS PRODUKSI 100.000 TON/TAHUN**



TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Meraih Gelar Sarjana Teknik
Strata 1 pada Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh :

**ANGGIE FATIMAH ASOKAWATI
D500 12 2003**

Dosen Pembimbing :

- 1. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D**
- 2. M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
SURAKARTA**

2016

HALAMAN PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK KIMIA

Nama : Angie Fatimah Asokawati
NIM : D 500 122 003
Judul : Prarancangan Pabrik Metanol dari Batubara dengan Proses
Gasifikasi Kapasitas 100.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D
2. M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D

Surakarta, November 2016

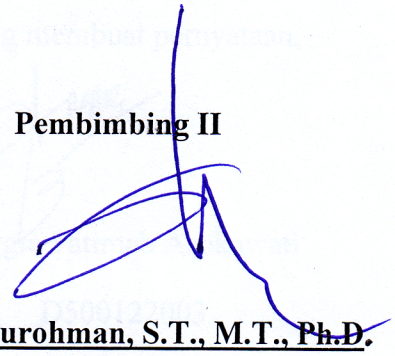
Menyetujui,

Pembimbing I



Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 683

Pembimbing II



M. Mujiburohman, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 794

Mengetahui,

Dekan,




Ir. Sri Sunarjono M.T., Ph.D.
NIK. 682

**Kepala Program Studi
Teknik Kimia**



Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIK. 892

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Nama : Anggie Fatimah Asokawati
NIM : D 500 122 003
Program Studi : Teknik Kimia
Judul Tugas Prarancangan Pabrik : Prarancangan Pabrik Metanol dari Batubara dengan
Proses gasifikasi Kapasitas Produksi 100.000
Ton/Tahun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil Tugas Akhir yang saya susun dan serahkan ini merupakan hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dan ringkasan-ringkasan yang semuanya telah saya jelaskan sumbernya. Apabila tugas akhir ini merupakan jiplakan atau karya ilmiah lain, maka saya siap menerima sanksi baik secara akademis maupun hukum.

Sragen, November 2016

Yang membuat pernyataan,



Anggie Fatimah Asokawati

D500122003

INTISARI

Pabrik metanol dengan bahan baku sintesis gas dari batubara kapasitas 100.000 ton/tahun direncanakan beroperasi 330 hari per tahun. Proses pembuatan metanol dilakukan dalam reaktor *fixed bed*. Pada reaktor ini reaksi berlangsung pada fase gas dan eksotermis dengan kondisi operasi non adiabatik pada suhu 200⁰C dan pada tekanan 48 atm. Pabrik ini digolongkan beresiko tinggi karena kondisi operasi di atas tekanan atmosferis.

Kebutuhan batubara sebesar 12.626,262 kg/jam. Produk berupa metanol sebesar 9.097,242 kg/jam. Utilitas pendukung proses meliputi penyediaan air diperoleh dari sungai Kapuas, Kalimantan Barat, penyediaan *steam* dari boiler dengan bahan bakar solar, kebutuhan listrik dipenuhi dari PLN dan 1 buah generator set 500 kW sebagai cadangan yang berbahan bakar solar. Pabrik ini didirikan di Rasau, Kalimantan Barat, Indonesia, pada tahun 2025 dengan luas 28.575 m² dan jumlah karyawan 159 orang.

Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik metanol diperoleh *fixed capital investment* (FCI) sebesar US \$ 11.409.169,30 (Rp 149.619.846.137) dan *working capital* (WC) sebesar US \$ 6.771.368,80 (Rp 88.799.730.394) . Dari analisa kelayakan diperoleh hasil *return on investment* (ROI) sebelum pajak 44,82% dan setelah pajak 31,37%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 1,82 tahun dan setelah pajak 2,42 tahun. *Break Even Point* (BEP) 42,05%, *Shut Down Point* (SDP) 22,65% dan *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 30,28%. Hasil analisa ekonomi menyimpulkan bahwa pabrik metanol dari batubara dengan proses gasifikasi kapasitas 100.000 ton/tahun **layak** untuk didirikan.

Kata kunci: metanol, batubara, proses gasifikasi

ABSTRACT

Methanol plant with raw material from gas synthesis of coal capacity 100.000 ton/years operated 330 days per years. Methanol manufactured process using fixed bed reactor. Reaction on fixed bed reactor occur gas phase, and exothermic, with operation condition non adiabatic at temperatur 200⁰C and pressure 48 atm. This industry include kind of high risk because operate above atmospheric pressure.

Coal demand as much as 12.626,262 kg/hours. The product is methanol as much as 9.097,242 kg/hours. Utility process include water supply from river (Kapuas, West Kalimantan), steam supply from boiler with diesel fuel, electricity needs supplied by PLN and 1 generator set 500 kW as stand-by with diesel fuel. This plant is established in Rasau, West Kalimantan, Indonesia, on 2025, with land area 28.575 m² and employees 159 people.

The results of the economic analysis of the obtained methanol plant pradesign fixed capital investment (FCI) of US US \$ 11.409.169,30 (Rp 149.619.846.137) and working capital (WC) US \$ 6.771.368,80 (Rp 88.799.730.394). Feasibility analysis results obtained from the return on investment (ROI) before tax after tax 44,82% and 31,37%. Pay Out Time (POT) before and after- tax 1,82 and 2,42 of years. Break Even Point (BEP) 42,05%, Shut Down Point (SDP) of 22,65% and a Discounted Cash Flow (DCF) of 30,28%. The results of the economic analysis concluded that the methanol plant from coal with gasification process capacity of 100.000 ton/year is feasible to set.

Keywords : methanol, coal, gasification process

MOTTO

Maka nikmat Allah SWT yang manakah
yang kan kamu dustakan?
(Q.S. Ar-Rohman : 16)

Be the man that you won't be sorry for

Kesungguhan adalah
Setengah dari keberhasilan

PERSEMBAHAN

Karya ini kupersembahkan kepada:

- Bapak, ibu dan Kakak terima kasih atas dukungannya yang telah diberikan selama ini.
- Semua dosen di jurusan Teknik Kimia FT-UMS, terima kasih telah memberikan ilmu pengetahuan yang merupakan wawasan baru bagi saya, sehingga nantinya dapat bermanfaat di dunia kerja dan masyarakat
- Untuk rekan mahasiswa khususnya di jurusan Teknik Kimia UMS, terima kasih untuk semua bantuan, dukungan, dan semoga silaturahmi kita dapat terjalin sampai kapanpun.

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, berkah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul Prarancangan Pabrik metanol dari batubara dengan proses gasifikasi kapasitas 100.000 ton/tahun. Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan memperoleh gelar sarjana di Program Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dalam penyusunan tugas akhir ini tentunya tidak lepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih yang tak terhingga kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Ibu Kusmiyati, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, dan masukan selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai.
3. Bapak M Mujiburrohman, S.T., M.T., Ph.D. selaku Pembimbing II yang telah berkenan meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan pengarahan serta masukan dalam menyelesaikan tugas akhir ini hingga selesai.
4. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, yang telah memberikan ilmu pembelajaran dan bimbingan selama perkuliahan di Teknik Kimia.
5. Bapak, Ibu dan kakak yang selalu memberikan doa, dukungan serta motivasi yang tiada henti, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, terima kasih atas bantuan, dukungan dan motivasinya selama penyusunan tugas akhir ini.
7. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu, yang telah banyak membantu penulis sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Harapan penulis semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembacanya. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran yang membangun akan sangat membantu demi kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata, saya selaku penulis mengucapkan banyak terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Sragen, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN KEASLIAN	iii
INTISARI.....	iv
<i>SUMMARY</i>	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik	1
1.2 Kapasitas Perancangan	3
1.2.1 Proyeksi Kebutuhan Metanol di Indonesia	4
1.2.2 Ketersediaan Bahan Baku	5
1.2.3 Kapasitas Pabrik Metanol yang Sudah Ada	5
1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik.....	5
1.3.1 Faktor Primer	6
1.3.2 Faktor Sekunder	7
1.4 Tinjauan Pustaka.....	7
1.4.1 Macam-macam Proses	8
1.4.2 Kegunaan Produk	9
1.4.3 Sifat Fisik dan Kimia	10
1.4.4 Tinjauan Proses Secara Umum	12
BAB II DISKRIPSI PROSES	15
2.1 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.....	15
2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku.....	15
2.1.1.1 Batubara	15

2.1.1.2 Air.....	15
2.1.1.3 Oksigen.....	16
2.1.2 Spesifikasi Produk.....	16
2.1.2.1 Metanol.....	16
2.1.3 Spesifikasi Bahan Tambahan	17
2.2 Konsep Reaksi	17
2.2.1 Dasar Reaksi.....	17
2.2.1.1 Gasifikasi Batubara	17
2.2.1.2 <i>Water Gas Shift Reactor (WGSR)</i>	18
2.2.1.3 Metanol Sintesis (<i>FBR</i>)	18
2.2.2 Mekanisme Reaksi	18
2.2.3 Kondisi Operasi.....	19
2.2.3.1 Pembentukan <i>Syngas</i>	19
2.2.3.2 Pembentukan Metanol	19
2.2.4 Tinjauan Termodinamika	20
2.2.4.1 Gasifikasi.....	20
2.2.4.2 <i>Water Gas Shift Reactor (WGSR)</i>	22
2.2.4.3 Metanol Sintesis (<i>FBR</i>)	23
2.2.5 Tinjauan Kinetika.....	26
2.2.5.1 Gasifier	26
2.2.5.2 <i>WGSR</i>	27
2.2.5.3 <i>FBR</i>	27
2.3 Tahapan Proses	29
2.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku.....	29
2.3.2 Tahap Proses	30
2.3.3 Tahap Pemurnian	30
2.4 Diagram Alir Proses	32
2.4.1 Diagram Kualitatif	32
2.4.2 Diagram Kuantitatif	33
2.5 Neraca Massa dan Neraca Panas	34
2.5.1 Neraca Massa	34

2.5.2 Neraca Panas	38
2.6 Tata letak dan Peralatan.....	52
2.6.1 Tata Letak Pabrik	52
2.6.2 Tata Letak Peralatan.....	55
BAB III SPESIFIKASI PERALATAN PROSES.....	59
3.1 <i>Mixer</i>	59
3.2 Kompresor	59
3.3 <i>Intercooler</i>	60
3.4 Pompa Proses	61
3.5 <i>Heat exchanger</i>	63
3.6 Kondenser parsial	70
3.7 Reboiler	73
3.8 Gasifier	74
3.9 <i>WGSR</i>	74
3.10 <i>FBR</i>	75
3.11 <i>Absorber</i>	75
3.12 Menara distilasi	76
3.13 Akumulator.....	78
3.14 Tangki penyimpanan	78
BAB IV UNIT PENDUKUNG PROSES DAN LABORATORIUM	80
4.1 Unit Pendukung Proses	80
4.1.1 Unit Pengadaan Air	81
4.1.1.1 Air Pendingin	81
4.1.1.2 Air Umpan <i>Boiler</i>	82
4.1.1.3 Air Konsumsi Umum dan Sanitasi.....	83
4.1.2 Unit Pengadaan Uap (<i>Steam</i>).....	84
4.1.3 Unit Pengadaan Udara Tekan	84
4.1.4 Unit Pengadaan Listrik	84
4.1.5 Unit Pengadaan Bahan Bakar	88
4.1.6 Unit Pengolahan Limbah	91
4.1.6.1 Pengolahan Limbah Padat.....	91

4.1.6.2 Pengolahan Limbah Gas	92
4.1.6.3 Pengolahan Limbah Cair.....	92
4.2 Laboratorium.....	94
4.2.1 Program Kerja Laboratorium.....	95
4.2.2 Keselamatan dan Kesehatan Kerja	96
BAB V MANAJEMEN PERUSAHAAN.....	98
5.1 Bentuk Perusahaan	98
5.2 Struktur Organisasi	99
5.2.1 Pimpinan.....	100
5.2.2 Staf (Pembantu Pimpinan).....	101
5.3 Tugas dan Wewenang.....	101
5.3.1 Dewan Direksi	101
5.3.2 Staf Ahli.....	102
5.3.3 Kepala Bagian.....	102
5.3.3.1 Kepala Bagian Teknik dan Produksi.....	102
5.3.3.2 Kepala Bagian Umum	104
5.3.3.3 Kepala Bagian Administrasi dan Keuangan	104
5.3.4 Kepala Seksi	105
5.4 Pembagian Jam Kerja Karyawan.....	105
5.4.1 Karyawan <i>Non Shift</i>	106
5.4.2 Karyawan <i>Shift</i>	106
5.5 Status Karyawan dan Pengupahan.....	107
5.6 Kesejahteraan Sosial Karyawan	108
5.7 Penggolongan Karyawan	108
BAB VI ANALISIS EKONOMI	110
6.1 <i>Capital Investment</i>	113
6.2 <i>Manufacturing Cost (MC)</i>	113
6.3 <i>General Expenses (GE)</i>	114
6.4 Analisis Kelayakan	114
6.4.1 <i>Percent Return on Investment (ROI)</i>	114
6.4.2 <i>Pay Out Time (POT)</i>	115

6.4.3 <i>Break Even Point</i> (BEP)	115
6.4.4 <i>Shut Down Point</i> (SDP)	116
6.4.5 <i>Discounted Cash Flow</i> (DCF)	116
BAB VII KESIMPULAN	122
DAFTAR PUSTAKA	xix
LEMBAR KONSULTASI	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.1 Data Kebutuhan Metanol di Indonesia	1
Tabel 1.2.1 Data Impor Metanol di Indonesia	4
Tabel 1.4.1 Golongan Batubara Berdasarkan Nilai Kalori.....	7
Tabel 2.1.1 Spesifikasi Katalis.....	17
Tabel 2.2.1 Harga ΔH_f^0 Gasifikasi	20
Tabel 2.2.2 Harga ΔG_f^0 Gasifikasi	21
Tabel 2.2.3 Harga ΔH_f^0 <i>Water gas shift reactor</i>	22
Tabel 2.2.4 Harga ΔG_f^0 <i>Water gas shift reactor</i>	22
Tabel 2.2.5 Harga ΔH_f^0 Metanol Synthesis	24
Tabel 2.2.6 Harga ΔG_f^0 Metanol Synthesis	24
Tabel 2.2.7 Harga tiap k.....	29
Tabel 2.5.1 Neraca Massa Sekitar <i>Mixer</i>	34
Tabel 2.5.2 Neraca Massa Sekitar <i>Air Separator</i>	34
Tabel 2.5.3 Neraca Massa Sekitar Gasifier.....	34
Tabel 2.5.4 Neraca Massa Sekitar <i>Absorber-201</i>	35
Tabel 2.5.5 Neraca Massa Sekitar <i>WGSR</i>	35
Tabel 2.5.6 Neraca Massa Sekitar Kondenser Parsial-311	35
Tabel 2.5.7 Neraca Massa Sekitar <i>FBR</i>	36
Tabel 2.5.8 Neraca Massa Sekitar <i>Absorber-202</i>	36
Tabel 2.5.9 Neraca Massa Sekitar Kondenser Parsial-312	36
Tabel 2.5.10 Neraca Massa Sekitar Ekspansi Valve-201	37
Tabel 2.5.11 Neraca Massa Sekitar Menara Distilasi	37
Tabel 2.5.12 Neraca Massa Sekitar Arus <i>Recycle</i>	37
Tabel 2.5.13.1 Neraca Panas Input <i>Mixer</i>	38
Tabel 2.5.13.2 Neraca Panas Output <i>Mixer</i>	38
Tabel 2.5.13.3 Neraca Panas <i>Mixer</i>	38
Tabel 2.5.14.1 Neraca Panas Input <i>Gasifier</i>	38
Tabel 2.5.14.2 Neraca Panas Output <i>Gasifier</i>	39
Tabel 2.5.14.3 Neraca Panas <i>Gasifier</i>	39
Tabel 2.5.15.1 Neraca Panas Input Pipa Bersirip	39
Tabel 2.5.15.2 Neraca Panas Output Pipa Bersirip.....	40
Tabel 2.5.15.3 Neraca Panas Pipa Bersirip.....	40
Tabel 2.5.16.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger-301</i>	40

Tabel 2.5.16.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -301	40
Tabel 2.5.16.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -301	41
Tabel 2.5.17.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger</i> -302	41
Tabel 2.5.17.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -302	41
Tabel 2.5.17.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -302	41
Tabel 2.5.18.1 Neraca Panas Input <i>Absorber</i> -201	42
Tabel 2.5.18.2 Neraca Panas Output <i>Absorber</i> -201	42
Tabel 2.5.18.3 Neraca Panas <i>Absorber</i> -201	42
Tabel 2.5.19.1 Neraca Panas Input <i>WGSR</i>	42
Tabel 2.5.19.2 Neraca Panas Output <i>WGSR</i>	43
Tabel 2.5.19.3 Neraca Panas <i>WGSR</i>	43
Tabel 2.5.20.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger</i> -303	43
Tabel 2.5.20.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -303	43
Tabel 2.5.20.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -303	44
Tabel 2.5.21.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger</i> -304	44
Tabel 2.5.21.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -304	44
Tabel 2.5.21.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -304	44
Tabel 2.5.22.1 Neraca Panas Input Kondenser Parsial-311	45
Tabel 2.5.22.2 Neraca Panas Output Kondenser Parsial-311	45
Tabel 2.5.22.3 Neraca Panas Output Air Kondenser Parsial-311	45
Tabel 2.5.22.4 Neraca Panas Kondenser Parsial-311	45
Tabel 2.5.23.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger</i> -305	46
Tabel 2.5.23.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -305	46
Tabel 2.5.23.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -305	46
Tabel 2.5.24.1 Neraca Panas Input <i>FBR</i>	46
Tabel 2.5.24.2 Neraca Panas Output <i>FBR</i>	47
Tabel 2.5.24.3 Neraca Panas <i>FBR</i>	47
Tabel 2.5.25.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger</i> -306	47
Tabel 2.5.25.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -306	48
Tabel 2.5.25.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -306	48
Tabel 2.5.26.1 Neraca Panas Input <i>Absorber</i> -202	48
Tabel 2.5.26.2 Neraca Panas Output <i>Absorber</i> -202	48
Tabel 2.5.26.3 Neraca Panas <i>Absorber</i> -202	49
Tabel 2.5.27.1 Neraca Panas Input Kondenser Parsial-312	49

Tabel 2.5.27.2 Neraca Panas Output Kondenser Parsial-312	49
Tabel 2.5.27.3 Neraca Panas Kondenser Parsial-312	49
Tabel 2.5.28.1 Neraca Panas Input Ekspansi Valve-201	49
Tabel 2.5.28.2 Neraca Panas Output Ekspansi Valve-201	50
Tabel 2.5.28.3 Neraca Panas Ekspansi Valve-201	50
Tabel 2.5.29.1 Neraca Panas Input <i>Heat Exchanger</i> -307	50
Tabel 2.5.29.2 Neraca Panas Output <i>Heat Exchanger</i> -307	50
Tabel 2.5.29.3 Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> -307	50
Tabel 2.5.30.1 Neraca Panas Input Menara Distilasi-211	51
Tabel 2.5.30.2 Neraca Panas Output <i>Distilat</i> Menara Distilasi-211	51
Tabel 2.5.30.3 Neraca Panas Output Bottom Menara Distilasi-211	51
Tabel 2.5.30.4 Neraca Panas Menara Distilasi-211	51
Tabel 2.5.31.1 Neraca Panas Input Kondenser Parsial-313	51
Tabel 2.5.31.2 Neraca Panas Output Kondenser Parsial-313	52
Tabel 2.5.31.3 Neraca Panas Kondenser Parsial-313	52
Tabel 2.6.1 Perincian Luas Bangunan Pabrik	54
Tabel 4.1.1 Spesifikasi <i>Boiler</i> -310	84
Tabel 4.1.2 Konsumsi listrik untuk keperluan proses	85
Tabel 4.1.3 Konsumsi listrik untuk unit utilitas	86
Tabel 4.1.4 Konsumsi listrik untuk pengolahan limbah	87
Tabel 4.1.5 Kebutuhan solar untuk <i>boiler</i>	89
Tabel 5.4.1 Jadwal pembagian kelompok <i>shift</i>	107
Tabel 5.6.1 Penggolongan, gaji dan jumlah karyawan	109
Tabel 6.1 Indeks harga pada tahun 2002-2015	111
Tabel 6.4.1 <i>Total fixed capital investment</i>	117
Tabel 6.4.2 <i>Working capital</i>	117
Tabel 6.4.3 <i>General expenses</i>	117
Tabel 6.4.4 <i>Manufacturing cost</i>	118
Tabel 6.4.5 <i>Fixed cost</i>	119
Tabel 6.4.6 <i>Variable cost</i>	120
Tabel 6.4.7 <i>Regulated cost</i>	120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tata letak pabrik.....	55
Gambar 2.2 Tata letak peralatan	58
Gambar 4.1 Diagram alir pengolahan limbah.....	90
Gambar 4.2 Skema proses pada instalasi pengolahan limbah cair	94
Gambar 5.1 Struktur organisasi garis dan staf	100
Gambar 6.1 Hubungan antara tahun dengan indeks harga	112
Gambar 6.2 Analisa kelayakan pabrik metanol	121